昆虫学报 *Acta Entomologica Sinica*，April 2005，48(2)：310 – 313 ISSN 0454-6296

十二种沫蝉的染色体研究
（同翅目 沫蝉总科）

田润刚[1]**，张雅林**[2*]**，袁 锋**[2]

（1. 绍兴文理学院生物系，浙江绍兴 312000；2. 西北农林科技大学植保资源与病虫
害治理教育部重点实验室，西北农林科技大学昆虫博物馆，陕西杨凌 712100）

摘要：观察了同翅目头喙亚目 12 种沫蝉雄性的染色体数目和减数分裂行为。通过对沫蝉总科现有核型资料的分析，认为沫蝉总科的核型特点是：①染色体较小，数目较多，总科内染色体数目变化范围较大，众数为 2n = 26(24 + XO)；②染色体的易位现象极为普遍，因此可以推测，通过染色体的易位导致染色体数目增加是核型进化的主要机制；③减数分裂前期Ⅰ具有典型的花束期，但没有弥散期。因此从精子发生来看沫蝉总科与叶蝉总科、角蝉总科和蝉总科的关系更为密切，而与蜡蝉总科的关系较远。头喙亚目的亲缘关系可能是：蜡蝉总科 + {蝉总科 + [沫蝉总科 + (叶蝉总科 + 角蝉总科)]}。

关键词：同翅目；沫蝉总科；染色体；减数分裂；核型

中图分类号：Q969.36 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2005)02-0310-04

Meioses in twelve species of Cercopoidea (Insecta: Homoptera) from China

TIAN Run-Gang[1], ZHANG Ya-Lin[2*], YUAN Feng[2] (1. Department of Biological Sciences, Shaoxing College of Arts and Sciences, Shaoxing, Zhejiang 312000, China; 2. Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pest Management, National Ministry of Education, Entomological Museum, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Meioses in twelve species of Chinese spittle bugs were studied. The results indicated that their chromosome numbers are varied from 2n = 16 to 30, and sex determination are all XO type. Karyotype characteristics of Cercopoidea are that: (1) Chromosome volumes are small, chromosome numbers are much varied, most species have higher chromosome numbers, and the predominant type is 2n = 26 (24 + XO). (2) Translocation occurs very frequently. Fragmentation induced by translocation to increase chromosome numbers may be the main mechanism of karyotype evolution in this superfamily. (3) Prophase Ⅰ during meiosis has typical bouquet stage but without diffuse stage, similar to Cicadelloidea, Membracoidea and Cicadoidea, but different from Fulgoroidea. The relationship of superfamilies in Auchenorrhyncha may be Fulgoroidea + {Cicadoidea + [Cercopoidea + (Cicadelloidea + Membracoidea)]}.

Key words: Homoptera; Cercopoidea; chromosome; meiosis; karyotype

沫蝉总科分为沫蝉科(Cercopidae)、尖胸沫蝉科(Aphrophoridae)、脊沫蝉科(Machaerotidae)和长盾沫蝉科(Clastopteridae)4 个科，全世界已知约 2 400 种，仅对其中 30 种沫蝉进行过染色体研究(Rao，1958；Parida and Dalua，1981；Dey，1991；Emeljanov and Kirillova，1991)，占已知种类的 1.25%。Halkka (1959)根据染色体资料讨论了头喙亚目的分类，认为蜡蝉的核型特征显著不同于其他头喙亚目昆虫，从而将头喙亚目分为蜡蝉类(Phalanx Fulgorina)和蝉形类(Phalanx Cicadina)；在蝉形类中，他注意到沫蝉的染色体较小，花束期出现较早，而不同于蝉、角蝉和叶蝉。Kirillova(1986)报道了同翅目的染色体名录，为核型研究提供了极大的方便。Emeljanov 和 Kirillova(1991)分析了头喙亚目的核型进化，认为沫蝉总科 + 蝉总科与叶蝉总科(包括角蝉) + 蜡蝉总科是头喙亚目的两个姊妹群，但由于当前头喙亚目染

基金项目：国家教育部霍英东基金项目

作者简介：田润刚，男，1967 年 12 月生，甘肃天水市人，博士，副教授，从事昆虫学、细胞学研究，E-mail：tian@cella.cn

* **通讯作者** Author for correspondence，E-mail：yalinzh@nwsuaf.edu.cn

收稿日期 Received：2003-10-05；**接受日期** Accepted：2004-06-29

色体研究的深度和广度均非常有限，其结果有待进一步深入探讨。

1　材料与方法

标本来源详见表 1。活标本以乙醇冰醋酸混合液（3∶1）整体固定 24 h 后，置换于 70% 的乙醇中，在冰箱中保存（4℃）。解剖时用尖锐的拨针沿腹板两侧划破标本，揭去腹板和消化道，便可看到沫蝉的精巢位于消化道背面，近腹中部。仔细剔除精巢周围的脂肪后，挑取少许，置于一张清洁的载物片上，加一滴 45% 的乙酸压片。冰冻揭片，石炭酸品红染色（配制方法参见李国珍，1985），每种至少统计 30 个减数分裂中期Ⅰ细胞。

表 1　12 种沫蝉的采集地点及染色体数目和性别决定

Table 1　Chromosome numbers, sex determination and localities of the 12 species of cercopoids examined

种类 Families and species	采集地点 Localities	染色体数目 Chromosome number (n)	性别决定 Sex determination	图片 Fig.
沫蝉科 Cercopidae				
背斑疣胸沫蝉 *Phymatostetha dorsivitta* Walker	**贵州雷公山** Leigongshan, Guizhou	8	XO	1
二斑丽沫蝉 *Cosmoscart bimacula* (Walker)	**贵州雷公山** Leigongshan, Guizhou	15	XO	2
东方丽沫蝉 *Cosmoscarta heros* (Fabricius)	**河南鸡公山** Jigongshan, Henan	15	XO	3
稻沫蝉 *Callitettix versicolor* Fabricius	**广西南宁** Nanning, Guangxi	10	XO	4
尖胸沫蝉科 Aphrophoridae				
毋忘尖胸沫蝉 *Aphrophora memorobilis* Walker	**河南白云山** Baiyunshan, Henan	13	XO	5
白带尖胸沫蝉 *Aphrophora intermedia* Uhler	**河南白云山** Baiyunshan, Henan	14	XO	6
白纹象沫蝉 *Philagra albinotata* Uhler	**贵州雷公山** Leigongshan, Guizhou	13	XO	7
大连脊沫蝉 *Aphropsis gigantea* Metcalf *et* Horton	**河南白云山** Baiyunshan, Henan	12	XO	8
一点铲头沫蝉 *Clovia punctata* (Walker)	**广西南宁** Nanning, Guangxi	13	XO	9
牧草长沫蝉 *Philaenus spumarius* (L.)	**陕西太白** Taibai, Shaanxi	12	XO	10
鞘圆沫蝉 *Lepyronia coleopterata* (L.)	**陕西杨陵** Yangling, Shaanxi	11	XO	12 ~ 15
脊沫蝉科 Machaerotidae				
Machaerotida sp.	**河南鸡公山** Jigongshan, Henan	13	XO	11

2　结果与讨论

观察了 12 种沫蝉雄性个体的减数分裂行为（图 1 ~ 15），染色体数目最少的为 $2n = 16$，最多的为 $2n = 30$，性别决定机制均为 XO 型。沫蝉减数分裂行为与其他蝉形类相似（Tian and Yuan，1997；田润刚等，2004a，2004b）。前期Ⅰ可明显区分为细线期、合线期、粗线期、双线期和终变期 5 个亚期；前期Ⅰ具有典型的花束期（bouquet stage，图 12），但没有弥散期（diffuse stage）。中期Ⅰ染色体收缩变短，呈棒状、点状和块状，形状不规则难以准确统计相对体积；由于同翅目昆虫的染色体为全着丝粒型，着丝点沿染色体的全长分布，无法获得臂比率和着丝粒指数等参数，因此仅统计了染色体数目和性别决定机制（表 1）。中期Ⅰ常常能够观察到大量的染色体易位现象，有些种类如 *Sinophora fosca*（L.）甚至形成易位环，使得难以统计染色体的数目，在采集的 30 余种材料中，仅在 12 种中观察到了较为清晰的中期Ⅰ分裂相。后期Ⅰ染色体相对纵向分离，其行为类似端着丝粒染色体。第二次减数分裂中期进行极为迅速，很难观察到清晰的分裂相。

已进行过染色体研究的沫蝉种类只有 30 种，仅占已知种类的 1.25%。作者观察的 12 种沫蝉中有 9 种的核型资料是新增加的，另外 3 种（母忘尖胸沫蝉 *Aphrophora memorobilis*，鞘圆沫蝉 *Lepyronia coleopterata* 和一点铲头沫蝉 *Clovia punctata*）为重新研究。从染色体统计结果来看沫蝉总科的染色体数目变化范围较大（图 16），有一个明显的峰值在 2n = 26（24 + XO）上，并且峰值偏右；另外一个峰值是 2n = 30，但包括部分性别决定机制为 neo-XY 型的种类。沫蝉科已知的核型共计 8 种，染色体数目变化在 2n = 16 ~ 30 之间，性别决定为 XO 型。尖胸沫蝉科的染色体数目变化在 2n = 16 ~ 32 之间，性别决定一般为 XO 型，仅在 2n = 30 的类型中有 5 种为 neo-XY 型。长盾沫蝉科已知 2 种的染色体数目为 2n = 16，另有 1 种 2n = 14，共计 3 种，性别决定为 XO 型。脊沫蝉科目前仅知 2 种的核型特征，均为 2n = 26，性别决定为 XO 型。

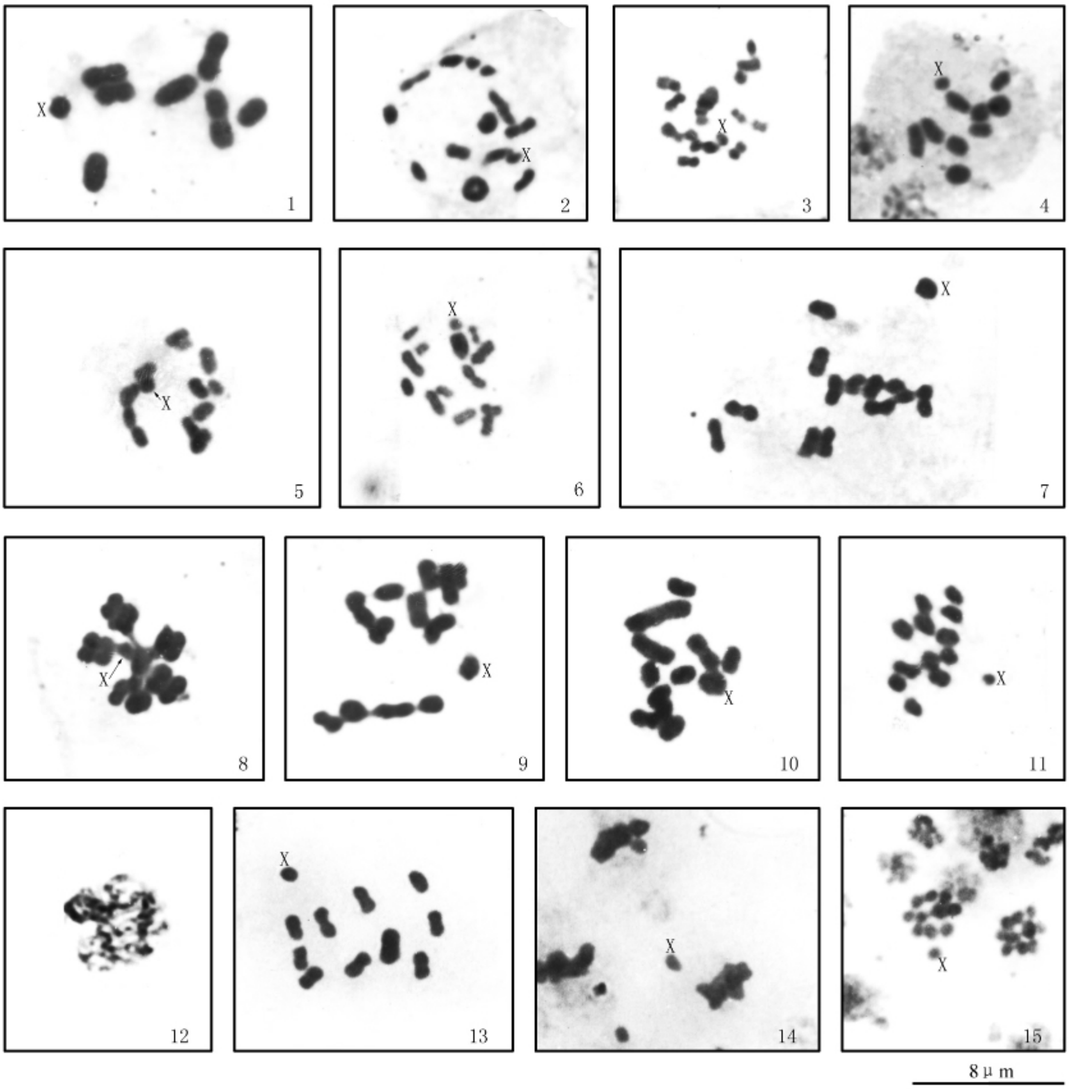

图 1 ~ 15　12 种沫蝉的染色体

Figs. 1 – 15　Chromosomes of twelve cercopoid species

1. 背斑疣胸沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Phymatostetha dorsivitta* Walker，meiosis metaphase Ⅰ，n = 8，XO；2. 二斑丽沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Cosmoscart abimacula*（Walker），meiosis metaphase Ⅰ，n = 15，XO；3. 东方丽沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Cosmoscarta heros*（Fabricius），meiosis metaphase Ⅰ，n = 15，XO；4. 稻沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Callitettix versicolor* Fabricius，meiosis metaphase Ⅰ，n = 10，XO；5. 母忘尖胸沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Aphrophora memorobilis* Walker，meiosis metaphase Ⅰ，n = 13，XO；6. 白带尖胸沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Aphrophora intermedia* Uhler，meiosis metaphase Ⅰ，n = 14，XO；7. 白纹象沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Philagra albinotata* Uhler，meiosis metaphase Ⅰ，n = 13，XO；8. 大连脊沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Aphropsis gigantea* Metcalf *et* Horton，meiosis metaphase Ⅰ，n = 12，XO；9. 一点铲头沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Clovia punctata*（Walker），meiosis metaphase Ⅰ，n = 13，XO；10. 牧草长沫蝉，减数分裂中期Ⅰ *Philaenus spumarius*（L.），meiosis metaphase Ⅰ，n = 12，XO；11. 脊沫蝉科，减数分裂中期Ⅰ *Machaerotida* sp.，meiosis metaphase Ⅰ，n = 13，XO；12 ~ 15. 鞘圆沫蝉 *Lepyronia coleopterata*（L.）：12. 减数分裂前期Ⅰ Prophase Ⅰ；13. 中期Ⅰ Metaphase Ⅰ，n = 11，XO；14. 后期Ⅰ Anaphase Ⅰ；15. 减数分裂中期Ⅱ，示 11 个染色体 Metaphase Ⅱ，eleven chromosomes showed.

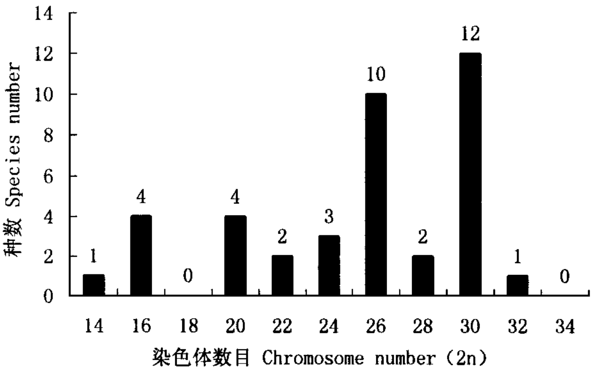

图 16　沫蝉总科的染色体数目柱型图

Fig. 16　Histogram of chromosome numbers of cecopoids

沫蝉总科的核型特点是：①染色体较小,数目较多,总科内染色体数目变化范围较大,众数为 2n = 26；②染色体的易位现象极为普遍,因此可以推测,通过染色体的易位导致染色体数目增加是核型进化的主要机制；③前期 Ⅰ 具有典型的花束期,但没有弥散期。因此从核型上来看,沫蝉总科与叶蝉总科、角蝉总科和蝉总科的关系更为密切,而与蜡蝉总科的关系较远。蜡蝉总科雄性减数分裂的前期都具有典型的弥散期,而头喙亚目中其余的类群均不具有此特征(田润刚等,2004a, 2004b)。头喙亚目可能的姊妹群是蜡蝉总科 + 蝉总科 + [沫蝉总科 + (叶蝉总科 + 角蝉总科)]},这与 Halkka (1959)的观点是一致的。

参考文献（References）

Dey SK, 1991. Chromosomes of five species of spittle bugs (Homoptera, Cercopidae). *Cytologia*, 56(4): 523 – 526.

Emeljanov AF, Kirillova VI, 1991. Trends and modes of the karyotype evolution in the Cicadina. Ⅱ. Peculiarities and evolutionary changes of the karyotypes in the superfamilies Cercopoidea, Cicadoidea, Fulgoroidea and in the Cicadina as a whole (Homoptera). *Entomol. Obozr.*, 70(4): 796 – 817 [In Russian].

Halkka O, 1959. Chromosome studies on the Hemiptera, Homoptera, Auchenorrhyncha. *Ann. Acad. Scien. Fenn.*, 43: 1 – 72.

Kirillova VI, 1986. Chromosome numbers of world Homoptera Auchenorrhyncha. Ⅰ. Fulgoroidea, Cercopoidea, and Cicadoidea. *Entomol. Obozr.*, 65(1): 115 – 125 [In Russian].

Li GZ, 1985. Chromosome and Research Methods. Beijing: Science Press. 261 pp. [**李国珍**, 1985. **染色体及其研究方法. 北京：科学出版社**. 261 **页**]

Parida BB, Dalua BK, 1981. Preliminary on the chromosome constitution in 72 species of Auchenorrhyncha Homoptera from India. *Chromosome Information Service*, 31: 13 – 16.

Rao SRV, 1958. Studies on the spermatogenesis of some Indian Homoptera. Part Ⅳ. The heterochromosome of a cercopid *Poophilus* sp. *Cytologia*, 23: 1 – 8.

Tian RG, Yuan F, 1997. Chromosome in twenty-five species of Chinese membracids. *Entomologia Sinica*, 4(2): 150 – 158.

Tian RG, Zhang YL, Yuan F, 2004a. Studies on the chromosomes of forty-five leafhopper species (Homoptera: Cicadelloidea) in China. *Acta Entomol. Sin.*, 47 (5): 630 – 638. [**田润刚, 张雅林, 袁锋**, 2004a. **四十五种叶蝉的染色体研究(同翅目：叶蝉总科). 昆虫学报**, 47(5): 630 – 638]

Tian RG, Zhang YL, Yuan F, 2004b. Karyotypes of nineteen species of Fulgoroidea from China (Homoptera: Fulgoroidea). *Acta Entomol. Sin.*, 47(6): 803 – 808. [**田润刚, 张雅林, 袁锋**, 2004b. **中国** 19 **种蜡蝉的核型研究(同翅目：蜡蝉总科). 昆虫学报**, 47(6): 803 – 808]

(责任编辑：黄玲巧)